

## Porque incluir Green IT en la currícula de Informática

Javier Díaz<sup>1</sup>, Viviana Ambrosi<sup>1,2</sup>, Néstor Castro<sup>1</sup>, Claudia Banchoff Tzancoff<sup>1</sup>,  
Marcelo Raimundo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LINTI<sup>1</sup>/ Facultad de Informática /Universidad Nacional de La Plata (UNLP)

<sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)

jdiaz, vambrosi, ncastro, cbanchoff, mraimund @info.unlp.edu.ar

### Resumen

La preocupación por el cuidado del ambiente y el consumo excesivo de los recursos naturales se ha transformado hoy día en un tema de alta prioridad, así como la reducción de la generación de gases de efecto invernadero relacionados con los procesos de manufactura de productos.

En este sentido desde el año 2009, la Facultad de Informática<sup>2</sup> de la Universidad Nacional de La Plata<sup>3</sup> comenzó a enfrentar a problemática de los residuos electrónicos, despertando esto gran interés entre alumnos y docentes sobre la problemática ambiental en general, pero también sobre la responsabilidad social que le compete a una Universidad como actor partícipe y necesario. Esto condujo a la creación de la Dirección de Concientización en Medio Ambiente en la unidad académica para la gestión 2010-2014<sup>4</sup>.

Por otro lado, generó la necesidad de incorporar la presente temática ambiental en la currícula de grado para la formación de los futuros profesionales tanto en el uso racional de los recursos, la eficiencia energética y el reaprovechamiento, reutilización y disposición final segura de los residuos electrónicos.

En este contexto, se propuso a partir del 2014 el dictado de la materia "Green IT", como asignatura optativa de 5to. año de las Licenciaturas en Informática y en Sistemas que se dictan en la Facultad, como una forma de canalizar estas temáticas y formar

profesionales social y ambientalmente responsables y comprometidos con su entorno.

### Palabras clave:

*Green IT, green computing, e-waste, sustentabilidad, Responsabilidad Social Universitaria*

### Introducción

En el año 1992, en los Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) inició el programa Energy Star, a partir del cual el equipamiento electrónico debía cumplir con el etiquetado según la normativa de eficiencia energética, pero asociado a él surgió el concepto de Green IT<sup>5</sup>.

Los conceptos **Green IT** o **Green Computing** o también conocidos como **Tecnologías Verdes** se refieren al uso eficiente de los recursos computacionales minimizando el impacto ambiental, maximizando su viabilidad económica y propiciando una mejora del contexto social. No sólo identifica a las principales formas de consumo de energía y los productores de desperdicios ambientales sino que también plantea el desarrollo de productos informáticos ecológicos y la posibilidad del reciclaje de equipamiento.

“Cuando se habla de TIC sostenibles / Informática Verde / GREEN IT, se habla de la toma de conciencia de una dimensión medio ambiental para el ciclo de vida (desde la selección hasta el reciclaje, pasando por la gestión diaria) de materiales, software y

servicios ligados a los sistemas de información”<sup>6</sup>.

### Motivación

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) impactan cada vez más nuestra vida social, económica, política y ambiental.

La innovación permanente de las TICs cambiará a edificios y ciudades inteligentes, la forma como viajamos, nos comunicamos y vivimos. Esto incrementará el consumo de energía y de agua, así como el uso de otros recursos naturales no renovables, además de la generación de grandes cantidades de desechos.

Según un estudio de la consultora IDC un 2,9% de las emisiones de CO<sub>2</sub> mundial se debe a las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). El 60% de los Data Centers se están quedando sin energía, refrigeración y espacio. El 70% de los residuos de plomo y mercurio en los vertederos proviene de residuos electrónicos <sup>7</sup>.

Existe entonces una relación directa entre la industria de TI con el problema asociado al cambio climático, debido al aumento de las emisiones de CO<sub>2</sub> mundial, gran parte proviene del consumo de los *Data Centers*. Pero hay una relación indirecta porque las TIC deben convertirse en parte de la solución y en un arma eficaz para reducir las emisiones, el consumo energético y residuos. <sup>8</sup>.

Entonces, se debe pensar en una Tecnología de la Información y de las Comunicaciones (TIC) para un futuro sostenible que nace como misión universitaria. En este sentido, incluir una asignatura donde se trate esta temática contribuye a la formación de profesionales informáticos en sustentabilidad y en Responsabilidad Social Corporativa con una visión de la cuna a la cuna y basada en 5 pilares:

- *Diseño ecológico, eco-diseño o eco-innovación*: tanto desde el punto de vista del software como del hardware, con diseños más eficientes energéticamente y respetuosos con el medio ambiente.
- *Fabricación ecológica*: tanto desde el punto de vista del software como del hardware de todo el producto puesto en el mercado, eliminando completamente o minimizando el impacto del proceso de fabricación en el medio ambiente tanto en emisiones o desechos.
- *Utilización ecológica*: de todos los recursos y de la reducción del consumo energético (principal fuente de generación de gases de efecto invernadero).
- *Eliminación ecológica*: finalizado el período de utilización de un equipo o componente poner en marcha distintas estrategias de reutilización, reciclado o disposición final segura.
- *Ética, Educación y Sensibilización*: pilares fundamentales para alcanzar la solución y su forma de transmitirla a todos los actores de la sociedad.

En relación a esta problemática ambiental, desde el año 2009 se comenzó a trabajar en la temática de los RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) desde un proyecto de extensión universitaria: “Proyecto E-Basura”<sup>9</sup>, de la Facultad de Informática (actualmente Programa E-basura e Informática Verde), que se basa en tres (3) pilares:

- Educar y concientizar en el cuidado del medio ambiente.
- Reacondicionar y extender la vida útil de aquellos equipos que estén en condiciones de ser reutilizados y donarlos a instituciones de bien público que no poseen recursos para la adquisición de los mismos.
- Evitar que lleguen a la vía pública o basurales aquellos equipos informáticos que ya no son de utilidad para algunas

personas (tanto de hogares, como de empresas u organizaciones), a través de una disposición ambientalmente adecuada.

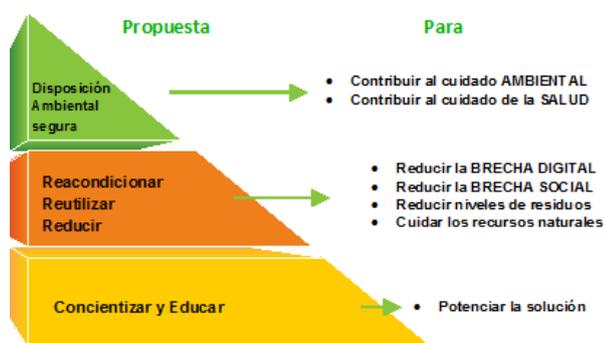


Fig. 1 - Los tres pilares del proyecto.

Cada uno de estos ítems contribuyen y aportan desde distintos puntos de vista: desde eliminar equipos que pueden contaminar directamente el ambiente impidiendo que los mismos vayan a un basural común, hasta acortar la brecha digital y social al dotar de equipamiento a instituciones que no podrían adquirirlos de otra forma.

Paralelamente a esta iniciativa ambiental, desde el año 2012, se comenzaron a dictar cursos de oficio en la reparación de PC a alumnos de comedores populares, escuelas técnicas y a los propios alumnos de la Facultad de Informática (como actividad extracurricular), y todos ellos de carácter gratuitos.

Durante la convocatoria al primer curso para estudiantes de Informática en el año 2012, fueron encuestados los 30 inscriptos sobre diferentes problemáticas, pero entre ellas fueron incluidas su opinión sobre Green IT, Responsabilidad Social Universitaria y participación en proyectos sociales.

Al indagar sobre si consideraban positivo que en las **cátedras** de la Facultad se incluyeran **prácticas** sociales o comunitarias, **casi la totalidad se manifestó de acuerdo** (ver Tabla 1).

¿Incluir prácticas sociales o comunitaria en la Facultad?	Cantidad de alumnos	Porcentaje
SÍ	28	93%
NO	0	0%
NC	2	7%

Tabla 1: Interés en incluir prácticas comunitarias en las prácticas

Gran parte de las respuestas se basaron en el convencimiento que la Facultad debería colaborar para el mejoramiento social, aportar a la comunidad, generar conciencia social y achicar la brecha digital. Algunos han señalado la cuestión en tanto deber moral y retribución de los que la institución pública les brinda.

Respecto a la inclusión de la temática Green IT en la **currícula** de las carreras de informática, un **90% manifestó su aprobación** (ver Tabla 2).

¿Incluir temática Green IT en la Facultad?	Cantidad de alumnos	Porcentaje
Sí	27	90%
No	0	0%
NC	3	10%

Tabla 2: Interés en incluir temáticas de Green IT en las currícula

Varios argumentaron la respuesta en tanto existe la **necesidad de cuidar el medio ambiente** por parte de todos y una necesidad de **generar conciencia** al respecto. Algunos observaron también la necesidad por identificar una **tendencia empresarial** al respecto.

***Al solicitar la opinión personal sobre este tipo de proyectos, fueron utilizados una serie de adjetivos que denotaban un alto grado de aprobación: interesante, importante, excelente, genial, muy bueno, bueno. En general se destacó la importancia de que los alumnos puedan participar de estas experiencias.***

Cabe destacar que **sólo 1/3** de los alumnos encuestados conocía el significado del concepto de **Responsabilidad Social Universitaria (RSU)**.

Si bien estas encuestas muestran inquietudes de extensionistas y voluntarios del proyecto E-Basura, su contribución nos parece importante por tratarse de alumnos avanzados de las distintas carreras de Informática que, en el marco del proyecto, ya han tenido contacto con materiales de estudio sobre la temática.

Otra de las líneas en la que actualmente se está trabajando en la Facultad es la temática de las energías renovables y el uso eficiente de la energía eléctrica. En ese sentido, se instaló un generador fotovoltaico que alimenta parte del edificio usando energía verde (radiación solar). Por otro lado, se están utilizando sensores medioambientales para la medición de parámetros que permiten la generación de alarmas tempranas en caso de fenómenos meteorológicos severos.

Además, en estos 5 años, se ha participado en numerosos eventos, notas en medios, documentales ambientales, congresos y proyectos, lo que nos ha permitido formar una base de conocimiento que creemos es importante inculcar y fomentar en la formación de profesionales informáticos.

Basados en todo lo anteriormente expuesto, más la opinión de los alumnos es que se consideró importante la difusión e implantación de la presente temática entre los estudiantes.

## Experiencias Internacionales

Un estudio de Sendall (2010) identificó una "falta" sorprendente en la incorporación de la temática de Green IT o iniciativas sostenibles en los planes de estudio en las instituciones de educación superior 10.

Luego, un informe publicado en el *Journal of Sustainability Education (JSE)* indica que hay una demanda creciente en el mercado de profesionales formados en informática verde.

En el mundo la temática de Green IT se ha incorporado lentamente en los ámbitos académicos de muy variadas formas que van desde: programas de grado, training y certificaciones, cursos universitarios, conferencias, Workshops o foros.

Según el estudio "*Where Can Green IT/IS Education and Training Be Found Today? An Initial Assessment of Sources*", como resultado de una investigación publicada en 2012 11, varias universidades y otras instituciones ofrecen cursos, talleres y otros eventos relacionados a la temática de Green IT. La Tabla 3 siguiente muestra sólo las iniciativas llevadas a cabo por universidades.

Universidad	Carreras de postgrado	Certificaciones	Cursos	Workshops- Conferencias- Foros
Arizona State University			x	
Australian National University			x	
Boston University Metropolitan College			x	

Universidad	Carreras de postgrado	Certificaciones	Cursos	Workshops- Conferencias- Foros
Leeds Metropolitan University, UK	x		x	
Linkoping University, Sweden			x	
Saint Xavier University, IL			x	
University of Bradford, UK	x		x	
University of British Columbia		x	x	
University of California – Berkley			x	
University of California – Santa Barbara			x	
University of Illinois – Urbana-Champaign			x	
University of Massachusetts - Amherst				
University of the South Pacific, Fiji			x	
University of Washington		x	x	

**Table 3. Ofertas Educativas en el ámbito universitario según el estudio de “Where Can Green IT/IS Education and Training Be Found Today? An Initial Assessment of Sources”**

Como puede apreciarse en la tabla, muchas universidades en el mundo ya han comenzado a incorporar temas de sustentabilidad y tecnologías verdes dentro de su oferta educativa.

Si bien algunas lo hacen a nivel de la formación de posgrado, muchas de ellas ya lo incorporan dentro de la oferta de grado.

Realizando una búsqueda en las ofertas de grado de los Países de Latinoamérica son pocos los que ofrecen cursos y seminarios en algunas de sus instituciones (ej. Colombia y México). En Argentina, se encontraron sólo referencias a nivel de postgrado.

### Objetivos de la propuesta

La asignatura propuesta tiene como objetivo consolidar la formación integral del alumno ubicándolo en una problemática real, y en la relación de la Informática con el medio ambiente pero con una visión global y transversal.

Más específicamente, se trabajará en:

- Promover el uso de las TICs para combatir el cambio climático, pero fomentando formas de mitigar los efectos secundarios de las TIC sobre el medio ambiente y la salud.
- Promover soluciones innovadoras en TIC para la ecologización del medio ambiente.
- Conocer el estado del arte en la filosofía Green IT, sus tendencias, tecnologías más extendidas; los recursos involucrados, ámbitos de aplicación; su impacto económico y ambiental; sus normas y regulaciones. Su relación con la Responsabilidad Social Corporativa; sus aplicaciones en casos reales adoptando tecnologías y métodos de trabajo más respetuosos con el medio ambiente, desde la visión del hardware y del software. Y la forma de estudiar, calcular y medir todo su conjunto.

Se comenzará con una introducción a la temática de Green IT, su estado del arte y la situación de nuestro país (Argentina). Se estudiará el impacto del consumo de energía en TI, métricas y herramientas de medición, tecnologías y soluciones para una optimización energética y de recursos, tanto a nivel de Hardware, como de Software, como a nivel de Sistemas e Infraestructura (CPDs. Datacenter eficientes. Servidores). Y finalmente se analizarán las distintas regulaciones y normativas y las estrategias y recomendaciones hacia la sustentabilidad. Todo siempre enmarcado desde la formación en Responsabilidad Social Universitaria.

### Propuesta metodológica

La asignatura pretende consolidar la formación profesionalizante del alumno ubicándolo en un entorno de estudio de la eficiencia energética y del cuidado ambiental en las TICs. Con una visión global desde la cuna a la cuna y desde el punto de vista del hardware al software.

La *metodología propuesta* plantea una materia cuatrimestral. Algunos de los temas se dictarán de manera convencional, con una clase teórica donde se expondrán los lineamientos conceptuales que luego serán aplicados en los trabajos prácticos, y en otras se realizará una vinculación con proyectos de extensión e investigación de la Facultad, se trabajará en aspectos bien prácticos (por ejemplo, realizando prácticas en el Taller y Centro de Reacondicionamiento del Programa E-Basura, paneles solares o sensores como un ejemplo de estrategia de Green IT) o en trabajos de investigaciones en temas específicos que serán luego socializados en el grupo de estudiantes a través de la generación de videos de corta duración (3 min.) disponibles para las materias de grado. Así como charlas para la comunidad de la facultad en general a través de una jornada que será parte de la evaluación y de la difusión de la problemática en cuestión.

En cuanto al *programa analítico*, el mismo fue planteado en 8 unidades a saber<sup>12</sup>:

La unidad 1 corresponde a la introducción general al tema. Se planteará la problemática desde un punto de vista metrológico, o sea, cómo deberían medirse aquellas acciones que se alejen del buen uso de los recursos y que por lo tanto impactarán negativamente en el medio ambiente.

Entre los temas a considerar están: GREEN IT, análisis de la situación actual a nivel mundial, beneficios derivados de GREEN IT, métricas de eficiencia energética: a nivel de componente hardware. TDP (thermal design power), a nivel de Centro de Datos. Herramientas disponibles para la medición de la eficiencia energética. Huella de carbono. Sostenibilidad / Sustentabilidad.

La unidad 2 corresponde a una revisión de las actividades y proyectos existentes en relación a GREEN IT. En esta unidad se expondrán las normativas y buenas prácticas internacionales vigentes en la temática y como se aplican o se podrían aplicar en nuestro país.

Entre los temas a considerar están: The GREEN GRID, Climate Savers, SNIA Green Storage Initiative, ENERGY STAR, Directiva Europea de Eco-Diseño, código de conducta de la unión europea para Centros de Datos, Grupo de trabajo sobre GREEN IT de la plataforma INES, Estado del arte en Argentina, Otras actividades asociadas.

La unidad 3 corresponde a la revisión de las tecnologías y soluciones para una optimización energética de los sistemas de TI pero a nivel de los equipos de hardware. En esta unidad se analizará el consumo energético como fuente generadora de calor en los microprocesadores actuales, como así mismo las optimizaciones realizadas al respecto por las empresas.

Entre los temas a considerar están: Antecedentes, El problema del consumo en las nuevas tecnologías, El problema del consumo en las tecnologías CMOS submicrónicas, El problema de la gestión térmica en circuitos

integrados, Análisis del consumo en un ordenador personal de sobremesa, Análisis del consumo en un ordenador portátil, Optimización del consumo en microprocesadores (INTEL, AMD, SPARC), Comparativa de varios procesadores, Fuentes de energías alternativas, ACPI: Advanced Configuration And Power Interface, Gestión térmica a nivel de circuito integrado, Gestión dinámica de temperatura, Gestión térmica a nivel de sistema.

La unidad 4 corresponde a la revisión de las tecnologías y soluciones para una optimización energética de los sistemas de TI a nivel de software. En esta unidad se analizará el impacto del software como consumidor de recursos y las optimizaciones planteadas para minimizar su influencia en el consumo real del sistema como un todo.

Entre los temas a considerar están: Sistemas Operativos y Compiladores, Modelo de referencia "Green Software", qué es el Software Verde, Ciclo de Vida de Productos de Software, Criterios e Indicadores de Sostenibilidad en productos de Software, Procedimiento Modelo "de la Ingeniería de Software Verde". Optimización de accesos a disco, memoria, BD.

La unidad 5 corresponde a la revisión de las tecnologías y soluciones para una optimización energética de los sistemas de TI a nivel de Sistemas e Infraestructura. En esta unidad se verán las soluciones tecnológicas actuales que permiten compartir recursos y/o virtualizarlos logrando de esta manera la no proliferación de los mismos y, por lo tanto, la reducción de los consumos energéticos asociados a ellos.

Entre los temas a considerar están: Técnicas de virtualización, Virtualización de plataformas, Consolidación de servidores y virtualización del Centro de Datos, Consolidación de equipos de escritorio, Virtualización del almacenamiento, Técnicas de utilización dinámica de recursos: Herramientas de Red,

La tecnología GRID, Herramientas GRID en el Centro de Datos, Compartición de recursos entre Centros de Datos, Externalización de procesos de TI, El modelo CLOUD, Construcción de Centros de Datos energéticamente eficientes: UPS- Racks / Lay-out de Data Centers. Web y la Nube.

La unidad 6 corresponde a la revisión de las tecnologías y soluciones para una optimización energética de los sistemas de TI a nivel de gobierno de las TICs y Responsabilidad Social Corporativa. En esta unidad se analizará el tema de la responsabilidades sociales de los distintos actores partícipes en la problemática en cuestión, como así también las normas vigentes en este campo.

Entre los temas a considerar están: Green IT y la Responsabilidad Social Corporativa, Áreas de una empresa susceptibles de la mejora Green., La mejora de aplicaciones y los modelos B2B y B2C verdes. Cambio Climático y las TIC: Reglamentaciones, Normas de Responsabilidad Social Empresaria y Medio Ambiente: ISO 14001, ISO 26000. Teletrabajo.

La unidad 7 corresponde a las recomendaciones y donde se discutirá las acciones convenientes para tender a una gestión eficiente de los recursos energéticos en Sistemas de Información.

Entre los temas a considerar están: Síntesis de recomendaciones de Iniciativas y Consorcios, Recomendaciones a nivel de PC, Recomendaciones a nivel de gobernanza de las TI.

La unidad 8 corresponde a las recomendaciones hacia la sustentabilidad. En esta Unidad se planteará el diseño, fabricación y desecho de productos desde el punto de vista ecológico y como caso prototípico de éxito, la actividad del proyecto e-basura en el manejo de los RAEE.

Entre los temas a considerar están: Utilización ecológica de recursos y de la reducción del consumo. Diseño ecológico o eco-diseño. Fabricación ecológica del producto puesto en el mercado, reducción de emisiones y desechos. Eliminación ecológica al final del ciclo de vida. Estrategias de reutilización, reciclado o disposición final segura. Oficina sin papeles, RAEE. Proyecto E-Basura.

## Conclusiones

Si bien el movimiento ecologista ha adquirido mucha fuerza en los últimos años, todavía es difícil establecer “para muchos” una relación directa entre la tecnología informática y su impacto en el medio ambiente. Esto requiere la inclusión de la temática ambiental en la currícula de las Ciencias Informáticas, de manera tal de contribuir a la formación de profesionales comprometidos con las necesidades y problemáticas de nuestra realidad, tanto en lo regional, como cultural y tecnológica.

La iniciativa pretende provocar en alumnos y docentes, no sólo de la Facultad de Informática, y en sus respectivos entornos sociales, la reflexión crítica y responsable sobre el impacto generado por las TICs. Pero también demostrando que las mismas pueden jugar un rol fundamental para su mitigación.

La asignatura interactuará con el “Programa E-Basura e Informática Verde”, como una instancia de práctica profesional supervisada y una forma de posibilitar a los alumnos el acercamiento a la comunidad de pertenencia, afianzando el vínculo con la sociedad.

Consideramos que la inclusión de esta temática en una carrera de grado informática es una experiencia innovadora en nuestra región que permitirá instalar temas sobre cuidado del medio ambiente desde el punto de vista de la tecnología.

Por último, creemos que la concienciación acerca del vínculo entre tecnología y medio ambiente debe ser parte constitutiva del campo de conocimiento del profesional informático, así como de todo profesional universitario.

## Bibliografía

- <sup>1</sup> Laboratorio de Investigación en Nuevas Tecnologías Informáticas (LINTI) <http://linti.unlp.edu.ar>
- <sup>2</sup> Facultad de Informática <http://info.unlp.edu.ar>
- <sup>3</sup> UNLP <http://unlp.edu.ar>
- <sup>4</sup> “Fortalecimiento de los procesos formativos de los estudiantes de la facultad de informática de la Universidad Nacional de La Plata”, Javier Díaz, Claudia Banchoff Tzancoff, Claudia Queiruga, Diego Vilches Antao, Viviana Harari, Ivana Harari, Viviana M. Ambrosi. XIII Coloquio de Gestión Universitaria en América del Sur, Buenos Aires, Noviembre de 2013
- <sup>5</sup> “Green IT: Estado del Arte”. TECNALIA 2012
- <sup>6</sup> “GREEN IT”. Editorial DUNOD, Francia, 2009.
- <sup>7</sup> “Tecnologías de información que contribuyen con las prácticas de Green IT”. Valdés, E., Ingenium, 8(19), 11-26, 2014.
- <sup>8</sup> “Green IT: mucho más que una moda”. Fernando Maldonado, IDC, 2009. [http://greenti.files.wordpress.com/2009/06/per\\_26\\_36\\_39\\_tendencias.pdf](http://greenti.files.wordpress.com/2009/06/per_26_36_39_tendencias.pdf)
- <sup>9</sup> Proyecto E-Basura <http://e-basura.linti.unlp.edu.ar>
- <sup>10</sup> “La ecologización del Plan de Estudios de Sistemas de Información”. Sendall, P. Shannon, L., Peslak, A. Saulnier, B., Actas de la ISECON 2010, vol. 27. N° 1330. 2010.

---

<sup>11</sup> “Where Can Green IT/IS Education and Training Be Found Today? An Initial Assessment of Sources”. Journal of Sustainability Education (JSE), Ellen England and Summer Bartczak, MARCH 19TH, 2012. ([http://www.jsedimensions.org/wordpress/content/where-can-green-it-is-education-and-training-be-found-today-an-initial-assessment-of-sources\\_2012\\_03/](http://www.jsedimensions.org/wordpress/content/where-can-green-it-is-education-and-training-be-found-today-an-initial-assessment-of-sources_2012_03/))

<sup>12</sup> “Green IT: Tecnologías para la eficiencia energética en los sistemas TI”. Sopena, Cuesta Vallejo. Universidad Politécnica de Madrid. 2008.